

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 11-120216

(43) 公開日 平成11年(1999)4月30日

(51) Int. Cl.^o 識別記号
 G 0 6 F 17/50
 G 0 5 B 23/02

F I
 G 0 6 F 15/60 6 8 0 Z
 G 0 5 B 23/02 F
 G 0 6 F 15/60 6 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平9-280057

(22) 出願日 平成9年(1997)10月14日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社
 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 国峯 尚樹

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工
 業株式会社内

(72) 発明者 深井 雅克

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工
 業株式会社内

(72) 発明者 高野 豊

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工
 業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

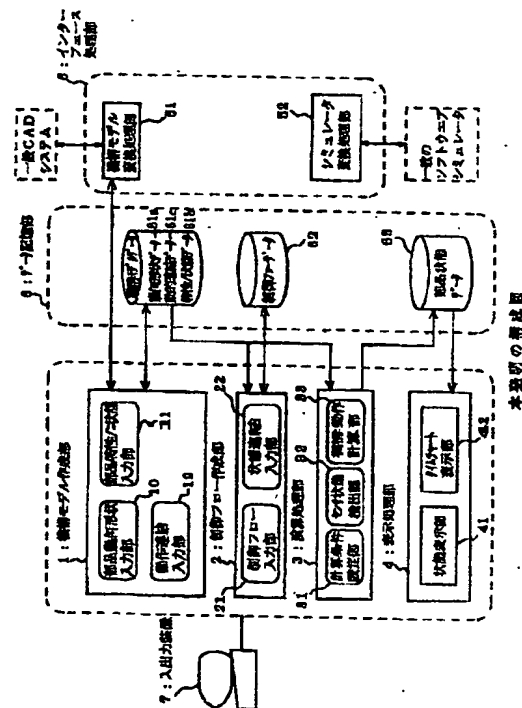
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メカトロニクス機器設計支援装置

(57) 【要約】

【課題】 メカトロニクス機器の設計時間を短縮し、機器試作前の机上デバックを可能にすること。

【解決手段】 機構を構成する部品の幾何形状データ 61 a、部品の特性及び状態を表す特性／状態データ 61 b、及び部品間の動的連結関係データ 61 c とを含む機構モデルデータ 61 の入力処理する機構モデル作成部 1 と、機構の動作を制御する制御フローデータ 62 の入力処理する制御フロー作成部 2 と、機構モデルデータ 61 と制御フローデータ 62 とから部品の状態変化を計算する演算処理部 3 と、演算処理部 3 での計算結果を基に部品の状態変化を表示させるための処理を行う表示処理部 4 とを備える。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 機構を構成する部品の幾何形状データと、部品の特性及び状態を表す特性／状態データと、部品間の動的連結関係データとを含む機構モデルデータの入力を処理する機構モデル作成部と、前記機構の動作を制御する制御フローデータの入力を処理する制御フロー作成部と、前記機構モデルデータと前記制御フローデータとから部品の状態変化を計算する演算処理部と、前記演算処理部での計算結果を基に部品の状態変化を表示させるための処理を行う表示処理部とを、備えたことを特徴とするメカトロニクス機器設計支援装置。

【請求項2】 前記機構モデル作成部が、機構を構成する部品間の動的連結データの入力を処理する連結情報入力部と、前記幾何形状データと前記特性／状態データとから部品間の動的連結データを生成する連結情報自動生成部とを有する動作連結入力部を具備することを特徴とする請求項1記載のメカトロニクス機器設計支援装置。

【請求項3】 前記制御フロー作成部が、前記機構モデルデータから部品の特性／状態データを抽出し制御データとして前記制御フローデータへ出力を行う部品状態抽出部と、前記制御フローデータから部品の状態データを抽出し特性／状態データとして前記機構モデルデータへ出力を行う部品状態表示部とを有する状態連結入力部を具備することを特徴とする請求項1記載のメカトロニクス機器設計支援装置。

【請求項4】 前記演算処理部が、前記制御フローデータのデータを解析する制御フロー解釈部と、該制御フロー解釈部からの情報を基に部品の制御情報を決定する演算制御部と、該演算制御部からの情報を基に部品の間の相互関係を計算する幾何拘束・力学演算処理部とから構成される機構動作計算部と、前記機構動作計算部からの情報に基づいて機構モデル内の部品の状態変化を検出するセンサ状態抽出部と、上記各計算のための条件を設定する計算条件設定部とから構成されることを特徴とする請求項1記載のメカトロニクス機器設計支援装置。

【請求項5】 前記表示処理部が、部品の状態変化を表示させるための状態表示部と、部品の時間的変化をチャート表示させるためのタイムチャート表示部とを具備したことを特徴とする請求項1記載のメカトロニクス機器設計支援装置。

【請求項6】 外部ソフトウェアシミュレータと前記演算処理部との同期機構を有し、外部ソフトウェアシミュレータから時刻と部品の状態信号とを受信して前記演算処理部に送信するとともに、該演算処理部での演算処理結果を受信して外部ソフトウェアシミュレータに送信するインターフェース処理部を具備することを特徴とする請求項1記載のメカトロニクス機器設計支援装置。

(2)

特開平11-120216

2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、現金自動支払い装置、自動発券機、プリンタ等のファームウェア（機器組込型ソフトウェア）による各種機構や媒体（紙幣・カードなど）搬送機構制御装置を有するメカトロニクス製品の、機構設計とファームウェア設計をコンピュータを利用して支援する装置に関するものである。

【0002】

- 10 【従来の技術】一般に、メカトロニクス製品の開発においては、機構設計者（以下、メカ設計者という）と、これを制御する組込型ソフトウェア設計者（以下ファームウェア設計者という）とは、別々に作業を行う。メカ設計者は、機構の特性や基本動作情報を設計資料として記述し、ファームウェア設計者に伝達する。この資料では、一般に、図表やフローチャートを用い、機構部品・電子部品の位置や特性、動作処理方法、エラー処理方法などを記述する。ファームウェア設計者はこれらの設計資料を基にシステム設計、プログラム設計を行い、ファームウェア製造を行った後、実機にて検証を行う。従って、前述した資料はファームウェア設計者にとって設計の元となる重要な情報であり、曖昧な表現を含まない、間違いのないものでなければならぬ。

【0003】一方、従来から、CAD/CAM/CAEなどの設計支援システムがあるが、それらは、

①機構部品の幾何学形状を表現する機械系CADシステム

②構造解析を行うシミュレータ

③ソフトウェアの製造効率を高めるCASEツール

- 30 ④回路図を入力するシステム

のように、そのほとんどが、各技術分野に特化したシステムであった。メカトロニクス機器においては、機構、電子回路、制御プログラムが統合されて1つの機能を実現するが、従来の設計環境はそれらをそれぞれ別々に構築せざるを得ない。従って、メカ設計者、回路設計者、ファームウェア設計者などは、お互いの情報をドキュメントベースで交換するしか方法がなかった。

【0004】

- 40 【発明が解決しようとする課題】以上のような理由から、従来のメカトロニクス製品の設計においては、次のような問題があった。

①設計資料作成に時間がかかる。メカ設計者が作成する設計資料には機構の動作を漏れなく記述する必要があり、詳細なフローチャートやタイムチャートを作成しなければならない。それらを作成するためにメカ設計者は多大な工数を必要とした。

- ②伝達ミスやロスが発生する。設計資料の記述が不完全で曖昧になりやすく、ファームウェア設計者に十分な意図が伝わらず、設計ミスを生じる。また、意図確認のためのやりとりで時間的ロスを生じる。

3

③機構制御ファームウェアの机上デバッグができないため、事前の不具合検出が困難である。ファームウェアの机上デバッグを行うためのシミュレーションソフトウェアは市販品が存在するが、これらはCPUモデル上で、論理的な動作のみを検証するものである。従って、装置の機構動作を含めた制御全体の検証は困難である。

④試作後の改良作業が多発する。③の理由により、機構の動作を伴うファームウェアの検証は、実機がないと正確な評価ができない。従って、テスト・改良作業が機器試作後に集中し、製品完成時期が遅れてしまう。従って、本発明はこれらの課題を解決することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、機構を構成する部品の幾何形状データと、部品の特性及び状態を表す特性／状態データと、部品間の動的連結関係データとを含む機構モデルデータの入力処理する機構モデル作成部と、機構の動作を制御する制御フローデータの入力処理する制御フロー作成部と、機構モデルデータと制御フローデータとから部品の状態変化を計算する演算処理部と、演算処理部での計算結果を基に部品の状態変化を表示させるための処理を行う表示処理部とを、備えたものである。

【0006】また、機構モデル作成部に、機構を構成する部品間の動的連結データの入力処理する連結情報入力部と、幾何形状データと特性／状態データとから部品間の動的連結データを生成する連結情報自動生成部とを有する動作連結入力部を、備えたものである。

【0007】また、制御フロー作成部に、機構モデルデータから部品の特性／状態データを抽出し制御データとして制御フローデータへ出力を行う部品状態抽出部と、制御フローデータから部品の状態データを抽出し特性／状態データとして機構モデルデータへ出力を行う部品状態表示部とを有する状態連結入力部を、備えたものである。

【0008】また、演算処理部が、制御フローデータのデータを解析する制御フロー解釈部、制御フロー解釈部からの情報を基に部品の制御情報を決定する演算制御部、及び演算制御部からの情報を基に部品の間の相互関係を計算する幾何拘束・力学演算処理部から構成される機構動作計算部と、機構動作計算部からの情報に基づいて機構モデル内の部品の状態変化を検出するセンサ状態抽出部と、各計算のための条件を設定する計算条件設定部とから構成されるようにしたものである。

【0009】また、表示処理部に、部品の状態変化を表示させるための状態表示部と、部品の時間的変化をチャート表示させるためのタイムチャート表示部とを、備えたものである。

【0010】さらに、外部ソフトウェアシミュレータと演算処理部との同期機構を有し、外部ソフトウェアシミ

(3)

特開平11-120216

4

ュレータから時刻と部品の状態信号とを受信して演算処理部に送信するとともに、演算処理部での演算処理結果を受信して外部ソフトウェアシミュレータに送信するインターフェース処理部を、備えたものである。

【0011】

【発明の実施の形態】

実施の形態1

図1は、本発明に係るメカトロニクス機器設計支援装置の構成図である。この装置は、機構モデル作成部1、制御フロー作成部2、演算処理部3、表示処理部4の4つの基本処理部と、インターフェース処理部5、データ記憶部6、及び入出力装置7を具備している。なお、機構モデル作成部1、制御フロー作成部2、演算処理部3、表示処理部4の各部は、ソフトウェアで構成され、コンピュータによって動作される。

【0012】機構モデル作成部1は、機構を構成する機械・電気部品の幾何学的形状の入力処理する部品幾何形状入力部10と、部品の特性や状態の入力処理する部品特性／状態入力部11と、部品間の動的な連結関係の入力処理する動作連結入力部12とにより構成される。制御フロー作成部2は、機構を制御する制御フローデータ（制御シーケンスデータ）の入力処理する制御フロー入力部21と、制御フロー入力部21から入力された部品の制御データ（例えばモータをONする）と機構モデル作成部1から入力された部品の特性／状態データとの関連付けを行う状態連結処理部22とから構成される。なお、制御フローデータは、フローチャートや表、状態遷移図等を用いて入力される。演算処理部3は、入力された機構モデルデータと制御フローデータを読み込んで、制御フローに従って、機構の動作を検証するものである。この演算処理部3は、計算時間などの条件を設定する計算条件設定部31と、機構モデル内のセンサに対応して部品の状態（座標や状態）を検出するセンサ状態検出部32と、機構モデル内の部品の状態変化及びその変化に基づく状態を計算する機構動作計算部33とから構成される。表示処理部4は、機構モデルの部品の状態変化（座標や状態）を入出力装置7に表示させるための処理を行う状態表示部41と、各部品の状態の時間的変化を入出力装置7にチャート表示させる処理を行うタイムチャート表示部42とから構成されている。

【0013】データ記憶部6は、機構モデル作成部1を介して入力された部品の幾何形状データ、特性／状態データ、及び動作連結データの3種のデータを含む機構モデルデータを記憶する機能と、制御フロー作成部2を介して入力された制御フローデータを記憶する機能とを有している。インターフェース処理部5は、一般CADシステムと機構モデル作成部1を接続してデータの送受を行う機構モデル変換処理部51と、一般のソフトウェアシミュレータと演算処理部3とを接続してデータの送受を行うシ

5

ュミレータ変換処理部52とを備えている。入出力装置7は、キーボード或はマウス等の入力デバイスとCRT等のディスプレイで構成されており、機構モデル作成部1、制御フロー作成部2、演算処理部3、及び表示処理部4と接続され、必要な情報を入力したり結果を表示するためのものである。次に、本装置の動作について詳細に述べる。

【0014】図2は、本装置を使用した、メカトロニクス機器の検証手順を示すフローチャートである。この検証手順に従って、機構モデル作成部1、制御フロー作成部2、演算処理部3、表示処理部4の各動作について説明する。機構モデル作成部1の部品幾何形状入力部10は、一般的なCAD（コンピュータ援用設計）システムと同様の機能を有し、直線、円、円弧、またはサーフェスやソリッドといった幾何形状要素の入力を行うことができ、また、機構モデル変換処理部51による一般CADシステムのデータを本装置に取り込んで幾何形状要素を入力処理することもできる（S1）。その他、ここでは、複数の幾何形状要素の集合体を1つのグループという形式で取り扱うこともできるようにしている。例えば、1つの円弧と数個の直線の集合を一つのグループと定義し、これに歯車Aという名称を付けることができる。また、媒体搬送路（紙幣等媒体の通過経路）のような仮想的なグループであっても、1つの部品として扱うことができる。入力処理された部品の幾何形状は、幾何形状データ61aとしてデータ記憶部6に記憶する。

【0015】部品特性／状態入力部11では、部品またはグループとして定義された部品のまとまり（以下部品グループ）に対し、種々の特性や状態の情報の入力を行うことができる（S2）。例えば、モータ、ギア、センサ等の部品種別、識別番号、信号名、その他の特性、例えば、モータであれば、回転／停止の状態定義、回転数、回転方向、定常回転数に達するまでの遅れ時間などであり、センサであれば、センサ感知／非感知の状態定義、感知すべき対象部品グループ識別番号、感知遅れ時間などである。部品特性／状態入力部11で使用する部品の特性／状態入力画面の例を、図3に示す。入力処理された特性／状態情報は、特性／状態データ61bとしてデータ記憶部6に記憶する。動作連結入力部12では、部品幾何形状入力部10および部品特性／状態入力部11で入力した部品間の動的連結データの入力を行う（S3）。例えば、部品グループモータAの状態が、「停止」から「回転」に変化した場合、このモータに連結されている部品グループギアBの状態が「停止」から「回転」に変わる、という場合、部品グループモータAと部品グループギアBとの間に動的な連結情報が必要になる。動作連結入力部12は、入出力装置7から入力された動的連結情報を処理して、動作連結データ61cとしてデータ記憶部6に記憶する。

【0016】制御フロー作成部2の制御フロー入力部2

(4)

特開平11-120216

6

1は、入出力装置7から入力された機構を制御するための一連の動作フロー情報を処理し（S4）、制御フローデータ62としてデータ記憶部6に記憶する。例えば、「部品グループセンサAの信号A1の状態がON（感知）に変化すると、部品グループモータBが回転する」というような制御フローを、制御記述言語やフローチャートを用いて記述する。状態連結入力部22は、制御フロー入力部21の入力情報（センサがON、モータAを回転するなど）と、機構モデル作成部1の入力情報（センサのON/OFF状態や、モータAの回転数など）との二重入力を防止するために、相互にデータを交換するための処理を行う。これらは、データ記憶部6に記憶されたデータを相互に介して行う。例えば、機構モデル作成を先に行った場合、部品の状態（センサのON/OFFなど）は既に定義してあるため、制御フローデータ入力時に、この情報を流用して作業を効率的に行う。また、制御フローデータ入力が先に行われた場合には、そこで用いられた部品の状態を、機構モデル作成の際に部品状態データとして流用し効率を上げる。

20 【0017】演算処理部3の計算条件設定部31では、計算を行うために必要な条件、例えば計算の時間間隔、各部品グループの初期状態等を予め設定する（S5）。また、機構動作計算部33は、計算条件設定部31で入力された計算条件に従って、各部品の状態の計算を行う（S6）。すなわち、機構モデルデータ61と制御フローデータ62を読み込み、これらの内容に基づいて部品の状態を計算する。計算結果は部品状態データ63として、データ記憶部6に記憶される。センサ状態検出部32は、機構中に設けられたセンサに相当する機能を果たすもので、他の部品又は部品グループの状態を検出する処理を行うものである。例えば、センサ状態検出部32は、機構動作計算部33より計算実行の都度、各部品の状態情報を受け取り、センサが監視対象とする部品グループの状態を検出し、その状態が設定された条件に合致した場合に、機構動作計算部33にその情報を送出する。

40 【0018】表示処理部4では、演算処理部3から出力された部品状態データ63を読み込み、各時間毎の状態表示のための処理を行う（S7）。例えば、状態表示部41は、時間毎の部品グループの回転・移動を、部品状態データ63に記憶された時間毎の幾何形状データを基に画面に表示させる処理を行う。その表示は、アニメーションや静止画によって行うことができる。また、タイムチャート表示部42では、時間毎の状態変化をグラフィカルに表示するための処理を行う。それは例えば、横軸に経過時間、縦軸に状態を表示する信号名をとり、信号のON/OFFなどの状態をチャート形式で表示するなどである。最後に、この結果が、入出力装置7により、表示されたり、ドキュメント出力される（S8）。

50 【0019】実施の形態2

7

図4は実施の形態1の機構モデル作成部1のより詳細な構成と関連するデータの流れを示した構成図である。なお、部品幾何形状入力部10および部品特性/状態入力部11の機能は、実施の形態1と同様である。ここで、動作連結入力部12は、連結情報入力部121と連結情報自動生成部122の2つの処理部から構成される。連結情報入力部121は、部品グループ間の動的連結情報(データ)をオペレータが会話型で入力するのを処理するためのものである。一方、連結情報自動生成部122は、既に記憶されている連結情報(データ)を自動的に認識して、動的連結情報の生成処理を行うものである。次に、この動作を説明する。

【0020】図5は連結情報入力部121による入力画面例を示したものである。まず、連結情報入力部121が、機構モデルデータ61から部品グループを読み取り、各部品グループ毎に、図5に示すようなシンボル(部品シンボル)を表示する。オペレータは、入出力装置7のマウスカンソール等を介して、このシンボル間、またはシンボルの状態間に動作連結線を引くことができる。例えば、「部品グループモータAが回転すると、部品グループギアBが回転し、部品グループギアCもする」という動的連結関係をを入力する場合には、画面上の部品シンボル「モータA」と「ギアB」間、及び「ギアB」と「ギアC」間に動作連結線1a、1bを引き、さらに、モータAの回転数とギアBの回転数との関係、およびギアAとギアBの回転数との関係、たとえば回転数比、を入力することでこの関係が定義できる。ピンジョイントやスライダジョイントなどの機構学的な連結情報もここで入力できる。

【0021】連結情報自動生成部122は、既に記憶されている連結情報を自動的に認識し、動的連結情報の生成処理を行う。ここでは、幾何形状データが2次元図形データで構成されている場合の、回転運動連結情報の認識処理フローを、ギアの例を使い、図6に基づいて説明する。連結情報自動生成部122は、データ記憶部6より、部品の幾何形状データ61aと特性/状態データ61bを読み込む(S11、S12)。そして、部品グループ名称や種別情報から、「ギア」を検索する(S13)。次に、この部品グループを構成する幾何形状データを検索し、円の図形要素を抽出する(S14)。さらに、抽出された円要素が接しているかどうかを判定する(S15)。これは、2つ円要素の半径の和が、中心間距離と一致するものを探し出す処理により実現できる。条件に該当する2つの円が見つかったら、新たに「接続」を表現する情報を生成し、2つの円の直径比率を求め、回転数比を得(S16)、これらを連結動作データ61cとして、データ記憶部6に記憶する(S17)。このようにして、既に記憶されている連結情報から、ギアとギアとを結合する動的連結情報が自動的に生成される。

(5)

特開平11-120216

8

【0022】その他、ローラやシャフトなどの丸もの関係の連結や、ベルトとプーリ、ベルトとベルトなどの連結についても、同様に、それらの連結情報を自動的に生成する。幾何学的形状の判定から直接接続を判断できないもの、例えば、センサとアクチュエータなど論理的な接続に関するものは、連結情報入力部121を使用して、オペレータが入力することで補完する。そのような、論理的接続の場合、2つの部品状態間の関係を、論理式や数式で定義する機能を持つことによって、より汎用的な機能定義が可能となる。例えば、センサAとセンサBが感知してONになった場合に、モータが毎分2000回転する関係を、「センサA、ONかつセンサB、ON=モータ、2000」のように定義することが可能である。

【0023】実施の形態3

図7は実施の形態1の制御フロー作成部2のより詳細な構成と関連するデータの流れを示した構成図である。ここでは、制御フロー入力部21は実施の形態1と同じであり、状態連結入力部22が、部品状態表示部221と部品状態抽出部222から構成されている。

【0024】部品状態表示部221は、制御フローデータ62から部品の状態に関する情報を抽出し、機構モデルデータ61の特性/状態データ61bに記憶する働きを行う。例えば、制御フローデータ62に、「モータAを回転する」という記述と、「モータAを停止する」という記述があった場合、少なくとも、モータAには2つの状態、「回転」と「停止」が存在する。この情報を制御フローデータ62から抽出し、部品グループモータAに関する特性/状態データ61bに書き加える。部品状態抽出部222は、特性/状態データ61bに、既に状態情報(モータAの例では「回転」と「停止」という2つの状態)が入力されている場合、この情報を読み出し、画面に表示させる処理をする。これにより、制御フローデータの入力作業時に、制御命令を初めから記述する必要がなくなり、画面に表示された状態リストから指定することが可能になる。

【0025】図8はこの状態連結入力部22の機能を利用した制御フロー作成画面の表示例を示した図である。制御フロー作成時には、例えば、図8の下側のパネルを用い入力作業を行う。部品状態抽出部222を動作させると、特性/状態データ61bに既に記憶されている部品の特性/状態リストを検索し、図9の上側のような部品状態表示パネルが表示される。従って、オペレータは、制御(状態変更)すべき状態をこのパネルのリストから選択することによって、容易かつ確実に制御フローを作成することができることになる。

【0026】実施の形態4

図9は実施の形態1の演算処理部3のより詳細な構成と関連するデータの流れを示した構成図である。なお、計算条件設定部31とセンサ状態抽出部32は、既に説明

したもと同様に機能するものとする。そして、計算演算処理部3の機構動作計算部33は、制御フロー解釈部331、演算制御部332、及び幾何拘束・力学演算処理部333から構成される。

【0027】ここでは、簡単な機構モデルを示す図10と、この機構モデルの制御フローを示す図11を使って、この演算処理部3の動作を説明する。演算処理部3が処理を行うためには、まず、機構の構造や部品の特性および動作の連結などの情報を有する機構モデルデータ、制御動作手順を記述した制御フローデータ、及び計算を行うための時間間隔などに関する計算条件情報が必要である。さらに、図10に表れていない情報として、モータA回転時の回転数、センサBの検出対象物（移動物体C）との関連付け、モータAと移動物体Cとの力学的関連付け（モータ1回転で移動する距離など）などがあるが、これらは既に入力されているものとする。

【0028】いま、図10の機構は、モータAを回転させると、移動物体Cが移動を開始し（S21）、移動物体CがセンサBに近づき、センサBが移動物体Cを検出すると（S22）、モータAが停止し、移動物体Cが静止する（S23）、というモデルとする。演算処理部3では、まず、計算条件設定部31により、計算に必要な条件の設定を行う。例えば、時間きざみ幅（計算をおこなう時間の間隔）等がここで指定される。そして、機構動作計算部33は、設定された計算条件に従って演算処理を実行する。すなわち、まず、制御フロー解釈部331が制御フローデータ62を読み取り、その内容を解釈して、順次、演算制御部332に渡す。例えば、「モータA回転」の制御情報を読み込み、制御対象物「モータA」、状態変更「回転」の情報を演算制御部332に渡す。演算制御部332は、制御フロー解釈部331から情報を受けて、時間経過に従って、制御情報を決定し（この例では、「モータA」と「回転」を受けてモータAの回転量を決定する）し、幾何拘束・力学演算処理部333にこの決定情報を時間とともに渡す。

【0029】一方、センサ状態抽出部32は、機構モデル内のセンサに対応した作用を果たす。すなわち、演算制御部332は、演算開始時に、機構モデルデータ61内に記憶されたセンサ（部品グループ）と、そのセンサが監視対象とする部品グループをリストアップし、センサ状態抽出部32にそれらのデータを渡す。さらに、演算処理が開始されると、演算制御部332は一回の演算（時間ステップが1つ進む）毎に、センサが監視対象とする部品グループの状態（座標値や、状態変化）データをセンサ状態抽出部32に渡す。そして、センサ状態抽出部32は、受け取った部品グループの状態と当該センサの特性からセンサの状態を決定し、その情報を演算制御部332に送信する。例えば、センサ状態抽出部32は、受信した監視対象部品グループの座標と、これを監視するセンサとの距離値を計算し、もしセンサ部品に定

義された感知距離よりも計算した距離値が小さければ、センサの状態を非感知から感知に変更して、その情報を演算制御部332に送信する。

【0030】そして、幾何拘束・力学演算処理部333は、演算制御部332で決定された部品の制御情報を基に、各部品の位置や拘束関係、部品間の力学的関係を計算する。先の例でいえば、受け取ったモータAの回転角度を基に、全体の幾何学拘束演算を行い、未知数である各部品グループの座標（X、Y、Z、 ϕX 、 ϕY 、 ϕZ ）を計算する。また、力学的関係を得る場合には、各部品グループごとの運動方程式を全体で解くこともできる。ここで求められた結果は、時間情報とともに、部品状態データ63としてデータ記憶部6に格納される。

【0031】実施の形態5

図12は実施の形態1の表示処理部4のより詳細な構成及び関連するデータの流れを示した構成図である。状態表示部41は、状態表示処理部411と要素ピック認識部412より構成され、タイムチャート表示部42は、タイムチャート表示制御部421とタイムチャート表示処理部422より構成される。両表示処理部411、422とも、入出力装置7に接続されて、そのCRT等の画面に、図形や文字などの表示を行うことができる。また、要素ピック認識部412は、入出力装置7のキーボード・マウス等の入力装置に接続されており、オペレータの入力情報を受信できる。

【0032】結果表示部4は、演算処理部3で計算された部品状態データを、データ記憶部6から読み込んでビジュアルな表示を行うための処理をする。例えば、状態表示部41の状態表示処理部411では、時間毎の各部品グループの幾何学的状態変化データを読み込んで、状態の動画表示を行うことができる。また、幾何学的な変化を伴わない動作、例えば、センサの感知／非感知のような状態変化は、色を変えるなどの方法で分かりやすく表示することができる。要素ピック認識部412は、状態表示処理部411で表示を行う際に、入出力装置7の入力信号を監視し、もしここで特定の部品グループがピック（選択）された場合、その情報をタイムチャート表示制御部421に送信する。

【0033】時間軸に対する状態の変化を見たい場合には、タイムチャート表示部42のタイムチャート表示処理部422の機能を使用する。タイムチャート表示処理部422では、部品状態データを読み込み、横軸に時間、縦軸に状態を表示する信号名をとり、信号のON/OFFなどの状態をチャート形式で表示する。画面に表示したい部品グループは、タイムチャート表示制御部421を介して入力することもできるが、要素ピック認識部412から送信された、部品グループ情報を基に表示することもできる。図13は、このような操作画面を示したものである。これら一連の表示機能を用いることにより、オペレータは、計算の結果をより容易に理解する

11

ことが可能になる。

【0034】実施の形態6

実施の形態1～5では、制御動作を制御フロー作成部2から入力することにより、データ記憶部6に記憶された制御フローデータ62を解釈して、計算を行う方法について説明してきた。しかし、制御のための実行プログラムが、別のシステムで作成されデバッグされる場合がある。この場合には、実行プログラムは別のシミュレーションシステムを用いて検証されるが、これら一般的なシミュレーションシステムでは、機構部の動作を含んだ検証が困難である。しかし、本発明は、一般のシミュレーションシステムと連動して、確実なシミュレーションを作業上の無駄なく行う事が出来る。図1に示したインターフェース処理部5のシミュレータ変換処理部52は、このような目的のために用いられる。

【0035】図14はシミュレータ変換処理部52を介した本発明のデータの流れを表わした図であり、これを用いて、一般のシミュレーションシステムを使用する例を説明する。なお、ここでは、実施の形態4で説明した機構動作計算部33と同様な構成を持つ演算処理部3を用いるが、制御フロー解釈部331は使用されない。その代わりに、シミュレータ変換処理部52が、外部ソフトウェアシミュレータから、時刻と状態信号を受信し、受信した信号の変化を演算制御部332に送信する。

【0036】外部ソフトウェアシミュレータは、一般に、一定の時間サイクルでシミュレーションを行うが、このサイクル毎に、外部ソフトウェアシミュレータからシミュレータ変換処理部52に時刻、信号状態値を送信するように構成する。シミュレータ変換処理部52は、1サイクル前の信号状態値まで記憶しておくようにする。シミュレータ変換処理部52が新しい信号状態値を受信すると、1つ前のサイクルでの信号状態値と新しい信号状態値とを比較し、変化のあった場合には、演算処理部332にその新しい情報を時間とともに渡す。例えば、1サイクル前の状態が「停止」であった「モータA」の信号が、次のサイクルで「回転」に変化したとすれば、制御対象物「モータA」、状態変更「回転」の情報を演算制御部332に渡す。また、外部ソフトウェアシミュレータに対しては、「WAIT」の信号を送り、1サイクルの演算処理が終了するまで、外部ソフトウェアシミュレータを停止させておく。その後の演算制御部332及び幾何拘束・力学演算処理部333での処理は、実施の形態4で説明したのと同様である。幾何拘束・力学演算処理部333が演算処理を終了して結果を部品状態データ63として記憶すると、その処理終了情報が演算制御部332に伝えられ、そこからシミュレータ変換処理部52に伝えられる。

【0037】処理終了情報を受け取ったシミュレータ変換処理部52は、部品状態データ63を参照して、信号の変化を読み出し、これを外部ソフトウェアシミュレー

(7)

特開平11-120216

12

タに送信し、さらに、外部ソフトウェアシミュレータの停止状態を解除する。以上のように、シミュレータ変換処理部52は、外部ソフトウェアシミュレータと完全に同期をとりながら、機構動作計算部33の構成を変えることなく、本発明のシステムを同調処理させる機能を果たすものである。

【0038】ここまでは、機構モデル作成部、制御フロー作成部、演算処理部、表示処理部の各部をすべて備えたシステム構成を説明してきたが、これらのモジュールのうち、下記のものは単独でも使用できるものである。例えば、機構モデル作成部は、CADデータを元に、部品レイアウト図の作成、動作接続図の作成、部品機能表の作成など、単なるドキュメント作成装置として使用できる。また、制御フロー作成部は、フローチャート作成・編集機能を用い、単なるドキュメント作成装置として使用できる。さらに、結果表示部は、カンマ区切りのテキストファイルや、書式付きテキストファイルなどの標準書式の結果を読み出すようにすれば、タイムチャート表示、ドキュメント作成装置として使用できる。

【0039】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、以下のような効果が得られる。

①機構モデルを、それを制御するフローにより擬似動作させることができる。②検証結果を分かりやすく画面表示することができる。

③機構モデルや制御フローの変更・検証を、短いサイクルで繰り返し実行することができる。

④機械系CADで作成した図面を基に機構モデルを作成でき、従来の設計環境との接続性がよい。

これらの効果により、実機なしで、プログラム上の論理的ミスや単純ミスを事前に発見することができ、試作後の装置のデバッグ、評価期間の大幅な短縮が可能となる。

【0040】請求項2の発明によれば、①機構の論理的な動作連結情報を視覚的に入力でき、②動作連結情報が自動生成できるので、入力時間を短縮するとともに、入力ミスを防止することができる。

【0041】請求項3の発明によれば、①機構モデル作成部と制御フロー入力部で同じデータを二重入力する必要をなくして効率性を上げることができ、②機構モデル作成部と制御フロー入力部で相互に情報参照して、データ入力ミスを防ぐことができる。

【0042】請求項4の発明によれば、①記述された制御フローデータを解釈しながら、逐次機構部の運動を計算することができ、②近接センサやモータなどの電子・電気部品の働きを包含した機構の総合的解析が可能になる。

【0043】請求項5の発明によれば、①幾何学的状態変化を図形で表示しながら、論理的状態変化をタイムチャート表示することが可能で、オペレータが容易に結果

13

の把握ができるようになり、②図形表示画面で、論理的状態変化を見たい部位を選択して、タイムチャート表示内容を指定することもできるため、オペレータの意図する表示を自由に行えるようになる。

【0044】請求項6の発明によれば、機構動作を含めたメカトロニクス機器全体の検証が、外部ソフトウェアシミュレータを用いてできることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るメカトロニクス機器設計支援装置の構成図である。

【図2】図1の装置を使用したメカトロニクス機器の検証手順を示すフローチャートである。

【図3】部品の特性/状態データ入力画面の例示図である。

【図4】機構モデル作成部及びその関連部のより詳細な構成部である。

【図5】連結情報入力のための入力画面の例示図である。

【図6】本発明による回転運動連結情報の生成処理を説明するフローチャートである。

【図7】制御フロー作成部及びその関連部のより詳細な構成図である。

【図8】制御フロー作成のための入力画面の例示図であ

【図3】

部品定義 (DCモータ)

終了 抽出 動作設定 動作リスト

部品名:
信号名:

駆動モード ON OFF

遅れ時間 ms mm s

制御設定

回転方向 FWD REV

回転数 rpm pps

部品の特性/状態データの入力画面の例示図

(8)

特開平11-120216

14

る。

【図9】演算処理部及びその関連部のより詳細な構成部である。

【図10】本発明を説明するための機構モデル図である。

【図11】図10の機構モデルの制御フローチャートである。

【図12】表示処理部及びその関連部のより詳細な構成図である。

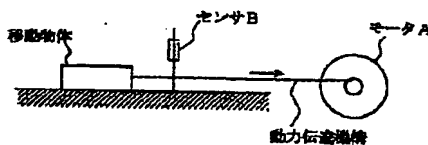
10 【図13】要素ピック認識部から送信された情報を基にタイムチャート表示画面を作るための操作画面の例示図である。

【図14】シミュレータ変換処理部を介した本発明のデータの流れ図である。

【符号の説明】

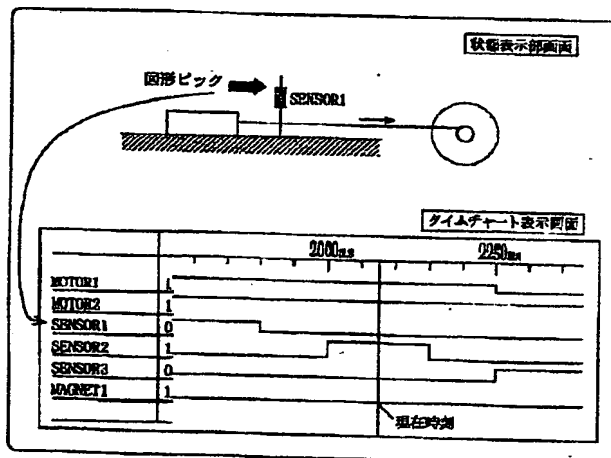
- 1 機構モデル作成部
- 2 制御フロー作成部
- 3 演算処理部
- 4 表示処理部
- 20 5 インターフェース処理部
- 6 データ記憶部
- 7 入出力装置

【図10】



本発明を説明するための機構モデル図

【図13】

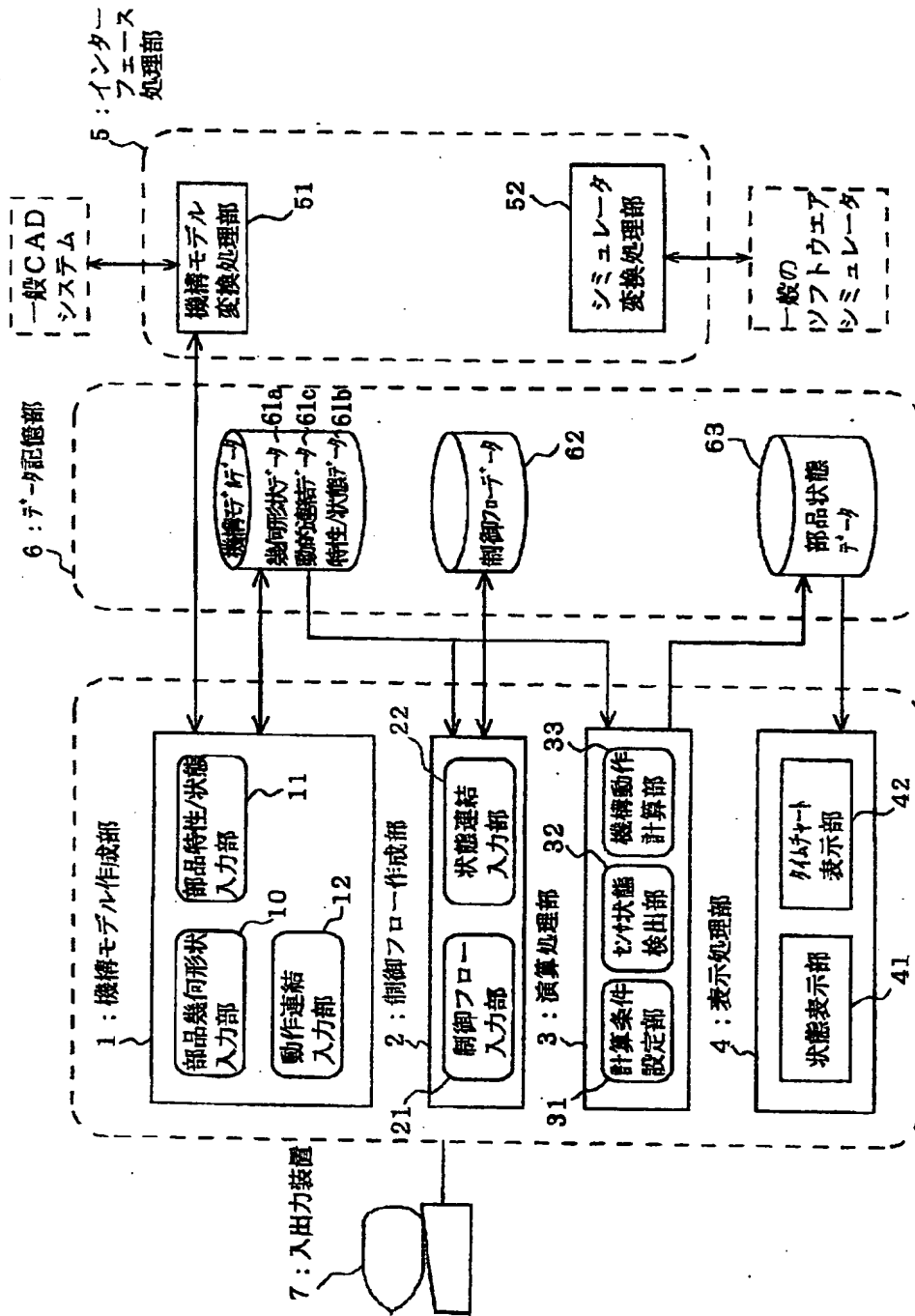


タイムチャート表示画面を作成するための操作画面の例示図

(9)

特開平11-120216

【図1】

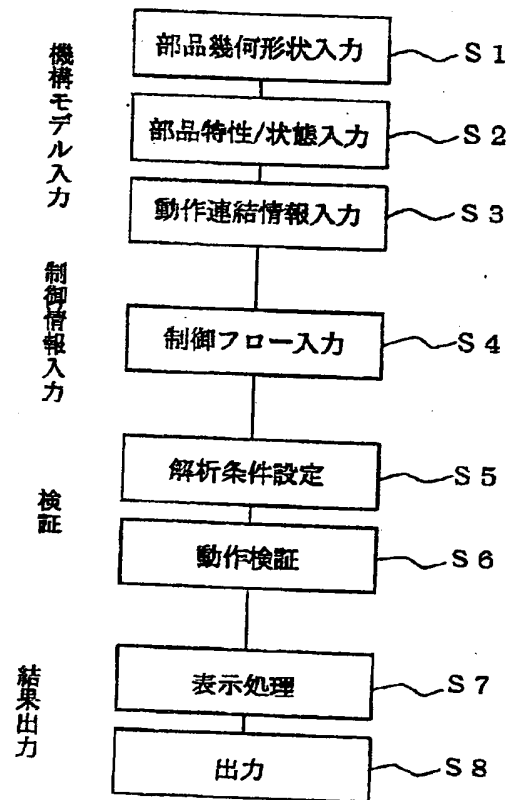


本発明の構成図

(10)

特開平11-120216

【図2】

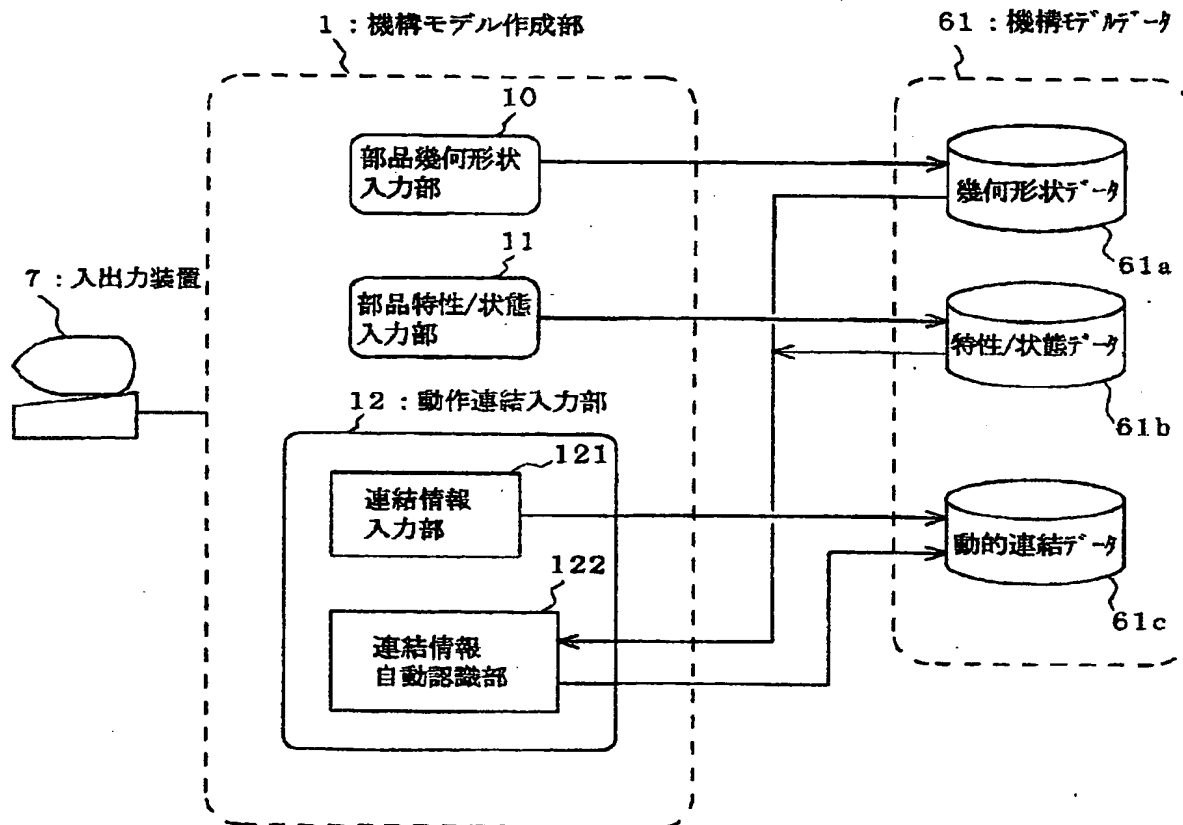


本発明による検証手順を示すフローチャート

(11)

特開平11-120216

【図4】

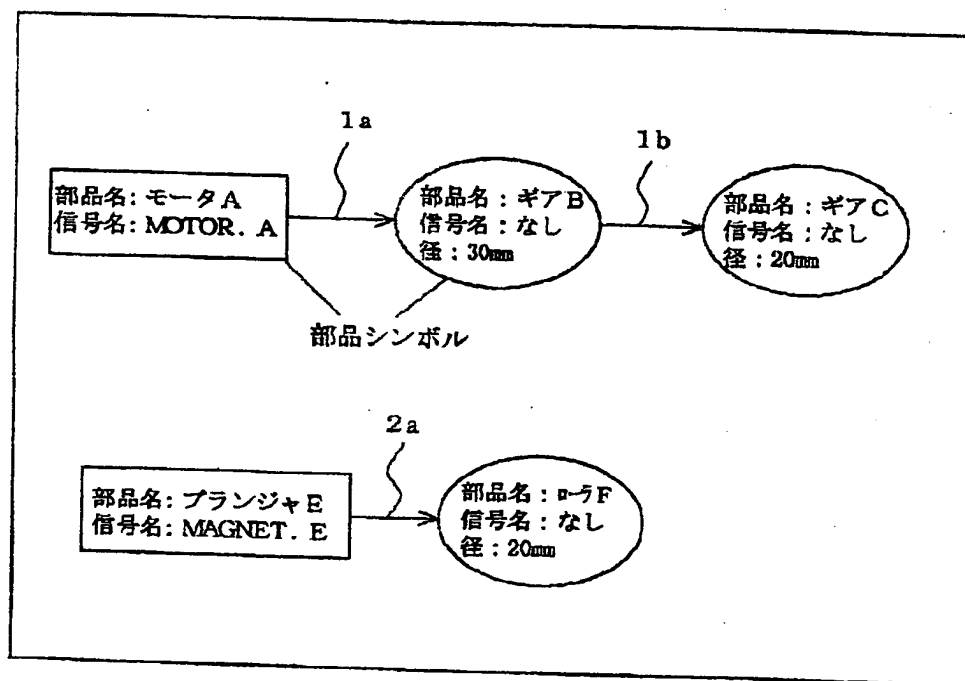


機構モデル作成部及びその関連部の詳細図

(12)

特開平11-120216

【図5】



連結情報入力のための入力画面の例示図

【図11】

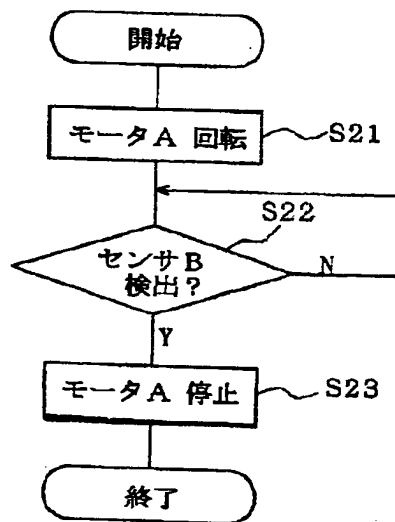
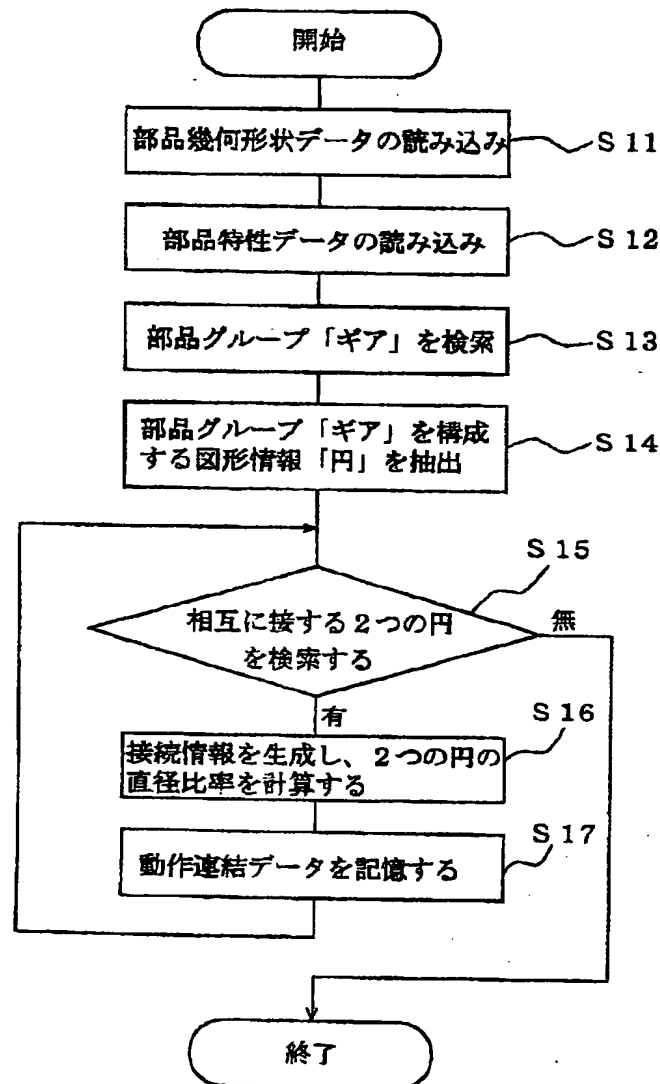


図10の機構モデルの制御フローチャート

(13)

特開平11-120216

【図6】

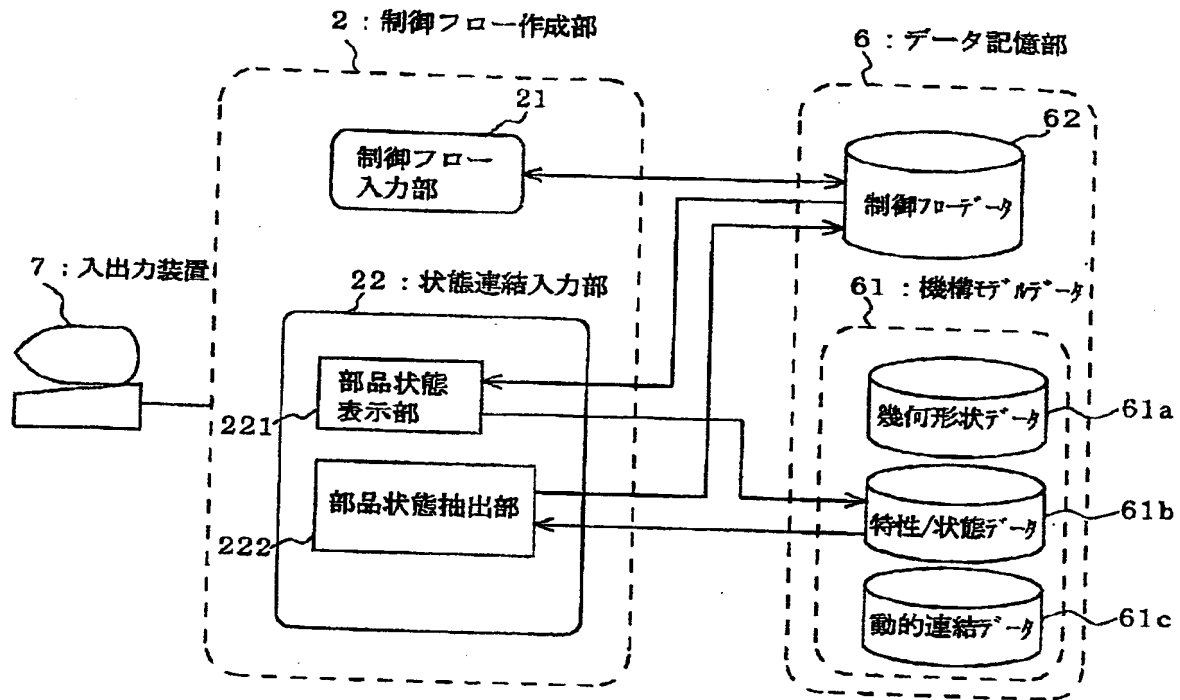


回転運動連結情報の生成処理を説明するフローチャート

(14)

特開平11-120216

【図7】

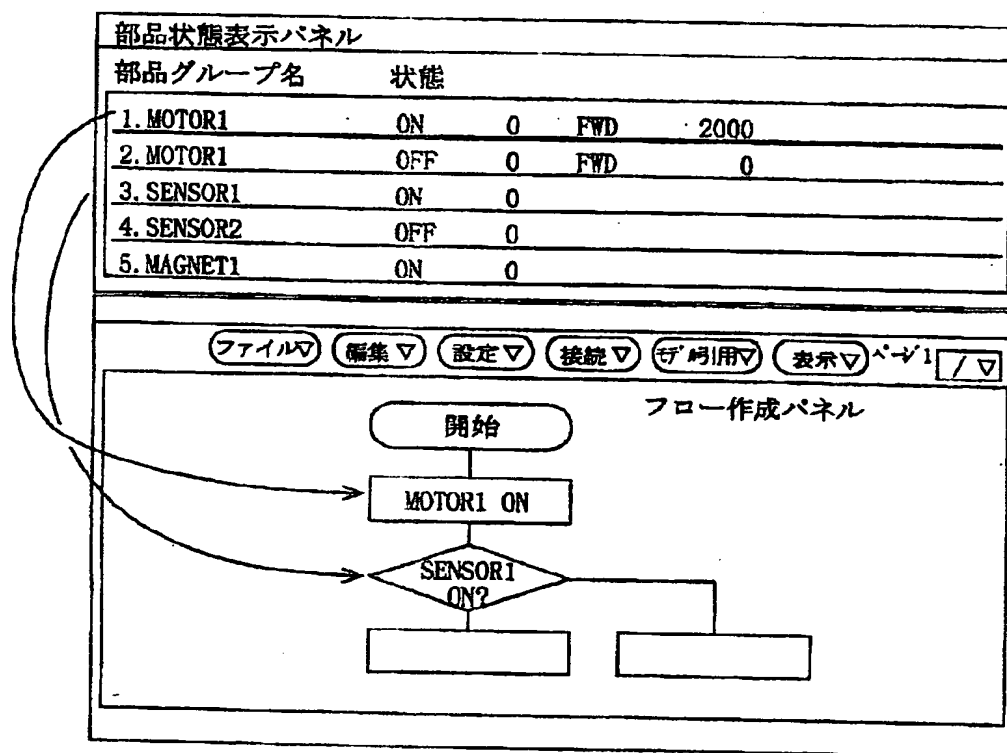


制御フロー作成部及びその関連部の詳細図

(15)

特開平11-120216

【図8】

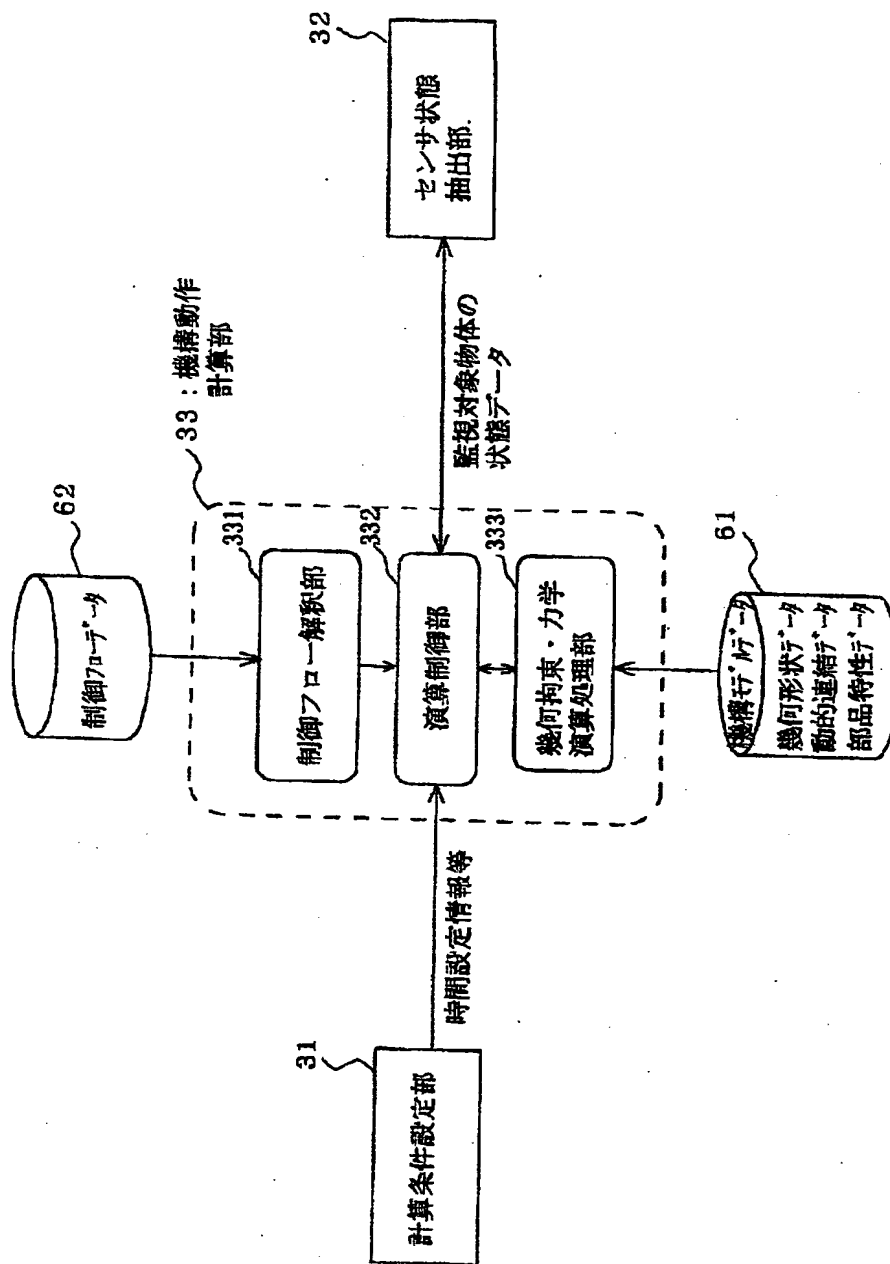


制御フロー作成のための入力画面の例示図

(16)

特開平11-120216

【図9】

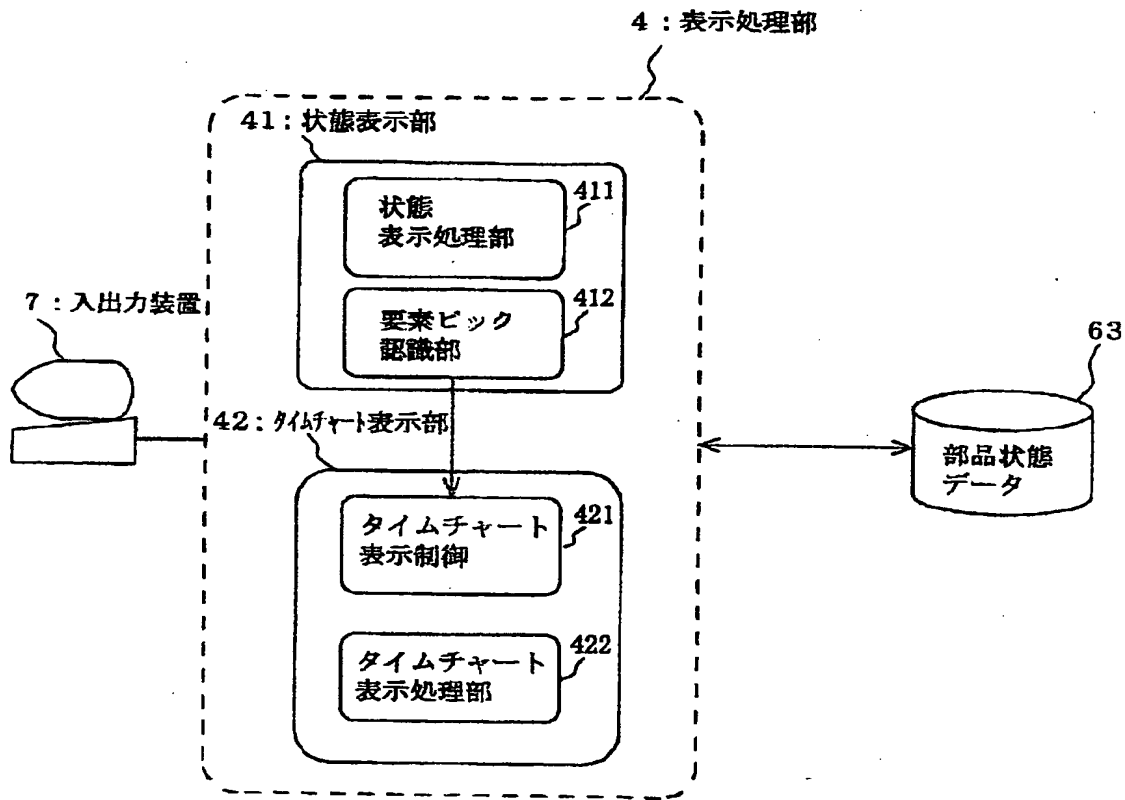


演算処理部及びその関連部の詳細図

(17)

特開平11-120216

【図12】

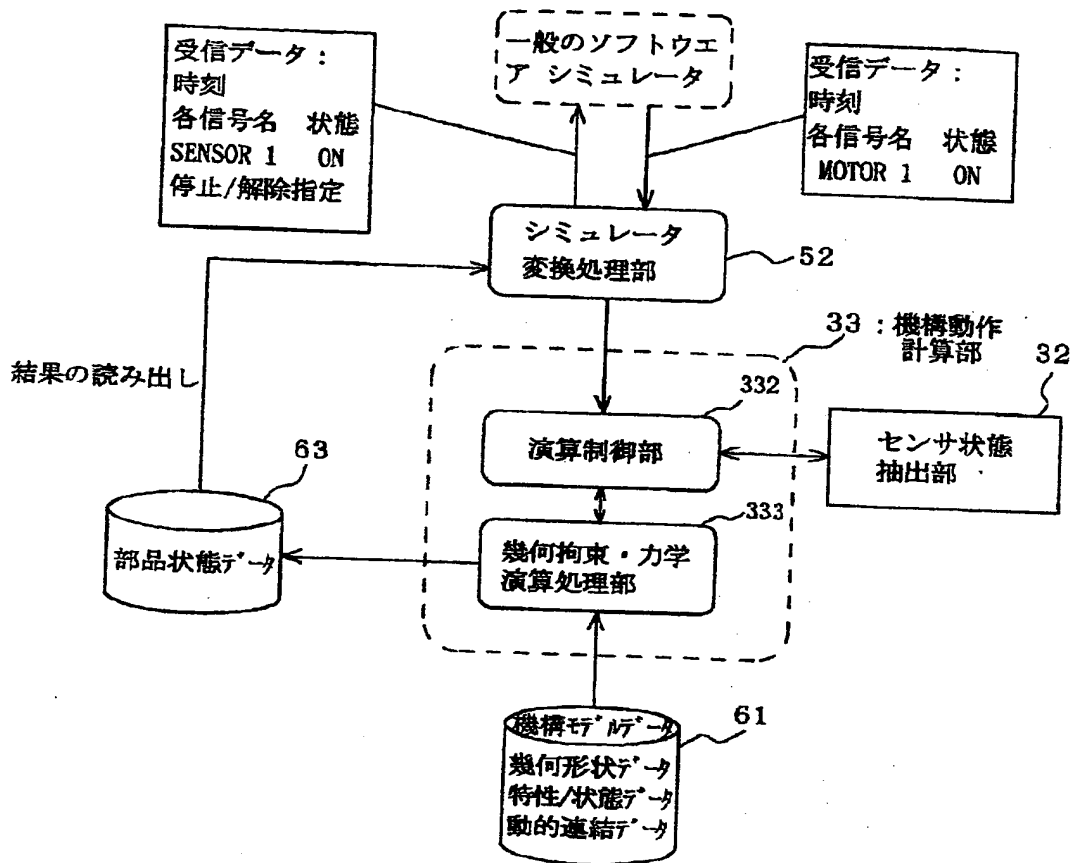


表示処理部及びその関連部の詳細図

(18)

特開平11-120216

【図14】



シミュレータ変換処理部を介した本発明のデータの流れ図

フロントページの続き

(72)発明者 山田 善嗣
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72)発明者 松岡 巖太郎
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内